昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*，January 2008，51(1)：40 - 45 ISSN 0454-6296

棉花型和瓜型棉蚜产生有性世代能力的分化

高　雪，刘向东*

（南京农业大学昆虫学系，南京　210095）

摘要：为了明确寄主专化性是否会影响棉蚜的繁殖策略或生活史对策，采用低温和短光照组合（18℃，L∶D = 8∶16）分别对棉花型和瓜型棉蚜进行有性世代的诱导，比较两寄主专化型棉蚜产生有翅蚜、雄性母、雌性母及无翅孤雌蚜的能力。结果表明：两寄主专化型棉蚜在产生有性世代能力上存在显著差异，表现为棉花型棉蚜在诱导后代中产生有翅蚜、雄性母和雌性母的比率显著高于瓜型棉蚜，并且雌、雄性母产生的时间明显早于瓜型棉蚜。瓜型棉蚜在诱导条件下产生无翅孤雌蚜的比率显著高于棉花型棉蚜，并且发现有不产生有性世代的营专性孤雌生殖个体，而在棉花型棉蚜中没有发现。产生性母蚜的棉花型和瓜型棉蚜均可同时产生孤雌胎生后代。寄主型与诱导时间长短对棉蚜有性世代的产生存在交互作用。采集于田间棉花和黄瓜上的棉蚜，也表现为棉花上的易产生有性世代，在诱导的第 2 代中产生性母蚜的比率显著高于黄瓜上的棉蚜，并且性母蚜比率在诱导的第 2 代与第 3 代间无显著差异；但黄瓜上的棉蚜性母蚜产生比率第 3 代显著高于第 2 代。由此推测，棉蚜寄主专化性的形成与生活史特性的分化有关。

关键词：棉蚜；寄主专化型；有性世代；性母；棉花型棉蚜；瓜型棉蚜

中图分类号：Q965　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2008)01-0040-06

Differentiation of cotton and cucumber specialized aphids of *Aphis gossypii* Glover in capacity to produce sexuales

GAO Xue，LIU Xiang-Dong* (Department of Entomology，Nanjing Agricultural University，Nanjing 210095，China)

Abstract：In order to illustrate whether host specialized aphids differentiated in their life-history tactics，inducement of sexual aphids in cotton and cucumber specialized aphids of *Aphis gossypii* Glover was conducted under low temperature (18℃) and short photoperiod (L：D = 8：16) conditions in the laboratory. The number of alate，apterous parthenogenesis aphids，and sexuparae produced by the cotton and cucumber specialized aphids were compared. The results showed that the capacity to produce sexuparae by the cucumber and cotton specialized aphids differed significantly. The rates of alate aphids and sexuparae produced by the cotton specialized aphids were significantly higher than those by the cucumber specialized aphids. The producing time of sexuparae aphids by the cotton specialized aphids was earlier than that by the cucumber specialized aphids，whereas the apterous aphids produced by cucumber specialized aphids were significantly more than those by cotton specialized aphids. Moreover，the obligative parthenogenesis individuals had been found in the cucumber specialized aphids，but not in the cotton specialized aphids. All the two specialized aphids which produced sexuparae still kept the capacity to produce parthenogenesis offspring. There was significant interaction between host specialization and the inducement duration for producing sexual morphs. The similar results were exhibited for the wild aphids on cotton and cucumber in producing sexuparae. In the second induced generation，the rate of sexuparae produced by the aphids living on cotton was much higher than that on cucumber. Meanwhile，the rate of sexuparae was significantly higher in the third induced generation than in the second generation for the aphids on cucumber，but there was no difference for the aphids on cotton. It is inferred that there exists relationship between the formation of host specialization and differentiation of life cycle

---

基金项目：国家自然科学基金项目(30571222)

作者简介：高雪，女，1983 年 12 月生，江苏如皋人，硕士研究生，主要从事昆虫生态与种群遗传方面的研究，E-mail：2005102067@njau.edu.cn

* **通讯作者** Author for correspondence，E-mail：liuxd@njau.edu.cn

收稿日期 Received：2007-06-05；**接受日期** Accepted：2007-12-09

in *A*. *gossypii*.

Key words: *Aphis gossypii*; host specialization; sexual generation; sexupara; cotton specialized aphid; cucumber specialized aphid

蚜虫的生活史比较复杂，存在营全周期型、专化孤雌型、产雄孤雌型以及有性和孤雌共存的中间型等繁殖策略类型（Simon *et al*.，2002）。同种蚜虫中可能会同时表现出两种或两种以上的繁殖策略。已有研究表明，在不同地理区域，棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 存在着全周期和专性孤雌繁殖对策的类型（Fuller *et al*.，1999），并且总结出不同的繁殖策略是由地理及气候条件所决定。以卵越冬的全周期型主要发生在高寒地区，而专性孤雌型则发生在温暖地区。但是，寄主对棉蚜的繁殖对策是否存在影响，目前少有研究。

蚜虫类群在寄主利用水平上表现出了高度的专化性，绝大部分蚜虫种类只能利用一种或少数几种近缘种植物。大部分多食性的蚜虫并非对其食谱中的全部寄主植物具有相同的适应能力，而是在长期的进化过程中，形成了特定的寄主专化型。棉蚜是重要的农业害虫，其寄主范围较广，但其对不同寄主的适应能力存在明显的差异，形成了不同的寄主专化型。Guldemond 等（1994）认为生活在黄瓜和菊花上的棉蚜已经显示出了明显的遗传差异；孟玲和李保平（2001）通过寄主转接和 RAPD 等方法将新疆棉蚜分为瓜型和棉花型；刘向东等（2002）研究发现南京地区棉蚜种群也存在棉花型和瓜型的分化。棉蚜种群存在寄主利用能力上的分化，这已是不争的事实。但是，寄主专化性是否会引起繁殖对策或生活史的改变，则有待于进一步的研究。本实验以室内连续饲养 5 年的棉花型与瓜型棉蚜为材料，参照刘向东等（2006）的方法，在低温和短光照条件下进行有性世代的诱导，明确两者在产生有性世代能力上的差异，以期探明寄主在棉蚜繁殖对策或生活史调控中的作用，以及为棉花和瓜类植物上棉蚜的治理提供理论基础。

1　材料与方法

1.1　供试虫源

寄主专化型棉蚜采自南京东郊的棉花和黄瓜田，并在室内分别用棉花和黄瓜苗饲养，连续孤雌繁殖已 5 年。已有研究发现，两类寄主上棉蚜存在明显的寄主利用上的差异以及形态上的数值变异，可区分为棉花型和瓜型（刘向东等，2002，2004a）。田间自然虫源于 2006 年 8 月采自南京东郊的棉花和黄瓜地，并带回置于光照培养箱中（24℃，L∶D = 14∶10）分别用棉花和黄瓜苗饲养 1 个月，排除被寄生蜂寄生的个体，然后用于性蚜诱导。用于饲养棉蚜的棉花和黄瓜均为常规品种。

1.2　性蚜诱导方法

参照龚鹏和张孝羲（2001），刘向东等（2006）的方法，在光照培养箱内采用低温和短光照（18℃，L∶D = 8∶16）分别对两寄主型棉蚜（棉花型 CO 和瓜型 CU）及田间采集的棉花和黄瓜上的棉蚜自然种群（棉花和黄瓜上棉蚜）进行连续 3 代的性蚜诱导。每类型棉蚜诱导起始时均随机选取 10 头无翅成蚜（即 10 个重复），分别接于 10 株饲养寄主上，用塑料笼罩好，放于低温短光照的培养箱中。当其产仔时，分别选取所接成虫在第 7 天和第 14 天所产的全部子蚜进行第 1 代的诱导，即起始诱导蚜的产出时间为两类。当第 1 代诱导蚜发育至成蚜时，将各成蚜转接到培养皿中的离体叶片上进行单头培养，根据其是否产生后代及产生后代的形态特征区分有翅孤雌蚜、无翅孤雌蚜、雌性母和雄性母。然后，分别计算各蚜型在该诱导世代中所占的比率。在每重复的第 1 代孤雌蚜中选取 5 头，并将其第 2 天所产的全部后代进行第 2 代的性蚜诱导，诱导条件和记录方法均与第一代相同。用同样方法对第 2 代中的孤雌蚜进行第 3 代的性蚜诱导。

1.3　数据分析方法

有翅蚜、雌性母、雄性母及无翅孤雌蚜在各世代诱导中产生的比率等数据均经反正弦平方根转换后进行方差分析。采用 Duncan 新复极差法分别进行不同寄主型、起始诱导蚜的产出时间及诱导世代间的显著性比较。采用完全随机设计试验中多因素有重复试验的方差分析方法分析寄主型（2 水平）、诱导世代（3 水平）和起始诱导蚜的产出时间（2 水平）三因子对各蚜型比率的影响和交互作用。

2　结果与分析

2.1　棉花型和瓜型棉蚜在诱导条件下产生有翅蚜的比率

在低温和短光照条件下，棉花型和瓜型棉蚜产生有翅蚜的比率如图 1 所示。由图 1 可知，诱导的起始母蚜在第 7 天产的子 1 代中有翅蚜比率较低，且在棉花型和瓜型棉蚜间无显著差异（$F_{1,19} = 1.00$，$P > 0.05$），但是由其诱导出的子 2 代和子 3 代中，棉花型棉蚜产生有翅蚜的比率却极显著地高于瓜型棉蚜（子 2 代中 $F_{1,19} = 22.976$，$P \leqslant 0.01$；子 3 代中 $F_{1,18} = 43.046$，$P \leqslant 0.01$）。诱导的起始母蚜在第 14 天产的子 1 代中有翅蚜产生比率与第 7 天产子代相比有所提高，但在棉花型和瓜型棉蚜间无显著差异（$F_{1,18} = 3.315$，$P > 0.05$），而子 2 代中棉花型棉蚜有翅蚜产生比率极显著地高于瓜型棉蚜（$F_{1,18} = 19.488$，$P \leqslant 0.01$），到子 3 代时差异又不再显著（$F_{1,18} = 4.238$，$P > 0.05$）。棉花型棉蚜和瓜型棉蚜在低温短光照条件下，产生有翅蚜的能力均随诱导世代的增多而显著增大。

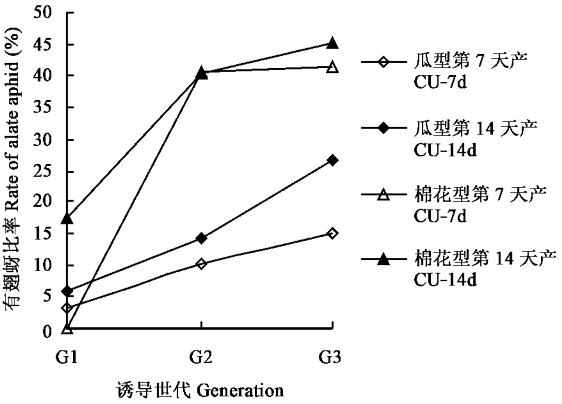

图 1 瓜型和棉花型棉蚜在低温短光照条件下产生有翅蚜的比率

Fig. 1 Rates of alate aphids produced of by the cotton and cucumber specialized aphids of *A. gossypii* at 18℃ and L8∶D16

CU **瓜型棉蚜** Cucumber aphid；CO **棉花型棉蚜** Cotton aphid. **下同** The same below.

多因素方差分析结果表明，棉花型和瓜型棉蚜产生有翅蚜比率存在极显著的差异，且表现为棉花型棉蚜高于瓜型棉蚜；同时，随诱导处理时间长短的不同，有翅蚜产生比率也存在极显著差异，表现为母代蚜感受低温短光照时间越长，产生有翅蚜的比率越大。但是寄主型与起始诱导蚜的产出时间、起始诱导蚜的产出时间与不同世代之间无交互关系，而寄主型与诱导世代间存在极显著的交互关系，三因子共同作用时也存在显著的交互关系（表 1）。

表 1 两寄主型棉蚜产生有翅蚜比率的方差分析

Table 1 ANOVA for the rates of alate aphids produced by the cotton and cucumber specialized aphids of *A. gossypii*

变异来源 Variation sources	**自由度** *df*	**平方和** Sums of square	*F* **值** *F*-value	**显著水平** *P*
A **寄主型** Host specialized aphids	1	6 050.01	47.83	≤0.01
B **起始诱导蚜的产出时间** Birth time of the original aphids for inducement	1	1 267.01	10.02	≤0.01
C **诱导世代** Generation for inducement	2	15 220.51	60.13	≤0.01
A×B	1	9.75	0.08	>0.05
A×C	2	1 741.70	6.88	≤0.01
B×C	2	344.85	1.36	>0.05
A×B×C	2	866.35	3.42	≤0.05
误差 Error	108	13 662.11		

2.2 棉花型和瓜型棉蚜在诱导条件下产生雌性母的比率

在诱导条件下，起始诱导蚜的产出时间为第 7 天时，棉花型棉蚜在诱导的子 2 代开始产生雌性母，而瓜型棉蚜则在子 3 代才产生雌性母，并且在子 3 代中棉花型棉蚜产生雌性母的比率极显著地高于瓜型棉蚜（$F_{1,19} = 30.507$，$P \leqslant 0.01$）。起始诱导蚜的产出时间为第 14 天时，棉花型和瓜型棉蚜在子 1 代中均无雌性母产生，在子 2 代中棉花型棉蚜产生雌性母的比率显著高于瓜型棉蚜（$F_{1,18} = 8.162$，$P \leqslant 0.05$），子 3 代时棉花型棉蚜产生雌性母的比率也要高于瓜型棉蚜，但差异不显著（$F_{1,18} = 1.355$，$P > 0.05$）。同种寄主型棉蚜产生雌性母的比率均随诱导代次的增多而增大（表 2）。多因子方差分析结果还表明，相同诱导条件下，棉花型棉蚜产生雌性母的能力极显著高于瓜型棉蚜，并且寄主型和诱导世代对雌性母产生的影响存在交互作用。但寄主型和起始诱导蚜的产出时间、起始诱导蚜的产出时间与诱导世代间无明显交互作用，而三因素联合后又存在明显交互作用。

表 2　棉花型和瓜型棉蚜产生雌性母的比率(%)

Table 2　Rates (%) of gynoparae produced by the cotton and cucumber specialized aphids of *A*. *gossypii*

起始诱导蚜的产出时间 Birth time of the original aphids for inducement	诱导世代 Generation	瓜型棉蚜 CU		棉花型棉蚜 CO	
		重复数 *n*	雌性母(%) Gynoparae	重复数 *n*	雌性母(%) Gynoparae
第 7 天	G_1	10(0)	0 ± 0 b NS	10(0)	0 ± 0 b
7th day	G_2	10(0)	0 ± 0 b NS	10(3)	3.19 ± 5.24 b
	G_3	10(5)	3.88 ± 5.38 a^{**}	10(10)	20.07 ± 8.02 a
第 14 天	G_1	10(0)	0 ± 0 b NS	10(0)	0 ± 0 c
14th day	G_2	10(2)	1.25 ± 2.65 b^{*}	10(7)	12.68 ± 7.27 b
	G_3	10(9)	15.35 ± 11.09 a NS	10(10)	20.16 ± 9.96 a

括号内数字表示产生雌性母的重复数。*和**表示雌性母比率在两寄主型棉蚜间存在显著($P\leq 0.05$)和极显著($P\leq 0.01$)差异，NS 无显著差异($P>0.05$)。小写字母表示雌性母比率在不同诱导世代间(G_1，G_2，G_3)间存在显著差异。下表同。The number in parentheses shows the replication (s) which produced gynoparae. * and ** show significant difference between the CU and CO at $P\leq 0.05$ and $P\leq 0.01$ level, respectively. NS: no significant difference between CU and CO. Data with different small letters shows significant difference among the G_1, G_2, and G_3. The same for the following tables.

2.3　棉花型和瓜型棉蚜在诱导条件下产生雄性母的比率

在诱导条件下，棉花型和瓜型棉蚜产生雄性母的能力如表 3 所示。由表 3 可知，起始诱导蚜的产出时间为第 7 天时，棉花型和瓜型棉蚜在子 1 代和子 2 代均无雄性母产生，而在子 3 代开始产生雄性母，并且棉花型棉蚜产生的比率极显著地高于瓜型棉蚜($F_{1,18}=35.717$，$P\leq 0.01$)。起始诱导蚜的产出时间为第 14 天时，棉花型棉蚜在子 2 代时开始产生雄性母，而瓜型棉蚜在子 3 代时才产雄性母，在子 3 代中棉花型和瓜型棉蚜产生雄性母的比率无显著差异($F_{1,18}=0.002$，$P>0.05$)。三因素方差分析结果又表明，寄主型、起始诱导蚜的产出时间、诱导世代均极显著地影响棉蚜雄性母的产生，表现为棉花型棉蚜产生雄性母的比率显著高于瓜型棉蚜，诱导时间越长雄性母产生比率越大。同时，三因素间还存在交互关系，表现为各因子与诱导世代间存在显著的交互作用，而寄主型和起始诱导蚜的产出时间之间无明显交互关系。

表 3　棉花型和瓜型棉蚜产生雄性母的比率(%)

Table 3　Rates (%) of male sexuparae produced by the cotton and cucumber specialized aphid of *A*. *gossypii*

起始诱导蚜的产出时间 Birth time of the original aphids for inducement	诱导世代 Generation	瓜型棉蚜 CU		棉花型棉蚜 CO	
		重复数 *n*	雄性母(%) Male sexupara	重复数 *n*	雄性母(%) Male sexupara
第 7 天	G_1	10(0)	0 ± 0 b NS	10(0)	0 ± 0 b
7th day	G_2	10(0)	0 ± 0 b NS	10(0)	0 ± 0 b
	G_3	10(4)	2.29 ± 3.48 a^{**}	10(10)	14.15 ± 5.54 a
第 14 天	G_1	10(0)	0 ± 0 b NS	10(0)	0 ± 0 b
14th day	G_2	10(0)	0 ± 0 b NS	10(3)	3.81 ± 7.14 b
	G_3	10(9)	18.80 ± 11.86 a NS	10(10)	17.98 ± 1.09 a

2.4　棉花型和瓜型棉蚜在诱导条件下产生无翅孤雌蚜的比率

在诱导条件下，棉花型和瓜型棉蚜在各诱导世代均有无翅孤雌胎生后代产生，并且表现为在诱导的子 2 代(起始诱导蚜的产出时间为第 7 天 $F_{1,18}=22.976$，$P\leq 0.01$；起始诱导蚜的产出时间为第 14 天 $F_{1,18}=22.574$，$P\leq 0.01$)和子 3 代(起始诱导蚜的产出时间为第 7 天 $F_{1,18}=54.349$，$P\leq 0.01$；起始诱导蚜的产出时间为第 14 天 $F_{1,18}=8.186$，$P\leq 0.05$)中瓜型棉蚜产生无翅孤雌蚜的比率显著或极显著高于棉花型棉蚜。同时，随着诱导世代的增多，两寄主型棉蚜产生无翅孤雌蚜的比率显著或极显著降低(表 4)。由表 4 还可看出，棉花型和瓜型棉蚜在产生性母蚜的同时也产孤雌胎生蚜，由此说明两寄主型棉蚜均属兼性产有性世代的蚜虫类型。另外，在大量重复的有性世代诱导过程中，在瓜型棉蚜中还发现了仅产生孤雌胎生蚜的个体，但在棉花型棉蚜中没有发现。

2.5　田间棉花和黄瓜上采集的棉蚜在诱导条件下产生性母蚜的能力

从田间棉花和黄瓜上采回的棉蚜，在室内培养 1 个月后，转入低温和短光照条件下诱导有性世代，结果如表 5 所示。结果表明，棉花和黄瓜上棉蚜在诱导的子 1 代中均无雌、雄性母产生，子 2 代和子 3 代中产生了雌、雄性母，并且在子 2 代中棉花上棉蚜

表 4　棉花型和瓜型棉蚜产生无翅孤雌蚜的比率(%)

Table 4　Rates (%) of apterous aphids produced by the cotton and cucumber specialized aphids of *A. gossypii*

起始诱导蚜的产出时间 Birth time of the original aphids for inducement	世代 Generation	瓜型蚜 Cucumber aphid		棉花型蚜 Cotton aphid	
		重复数 *n*	无翅孤雌蚜(%) Apterous aphids	重复数 *n*	无翅孤雌蚜(%) Apterous aphids
第 7 天 7th day	G_1	10(10)	96.67 ± 10.54 a	10(10)	1.00 ± 0.00 a
	G_2	10(10)	89.76 ± 14.80 a^{**}	10(10)	59.31 ± 13.42 b
	G_3	10(10)	82.83 ± 8.34 b^{**}	10(10)	44.31 ± 14.00 c
第 14 天 14th day	G_1	10(10)	94.17 ± 12.45 a	10(10)	82.67 ± 17.18 a
	G_2	10(10)	85.82 ± 12.51 b^{**}	10(10)	55.84 ± 13.48 b
	G_3	10(10)	54.85 ± 13.72 c^{*}	10(10)	37.46 ± 13.03 c

表 5　棉花和黄瓜上棉蚜产生雌、雄性母的比率(%)

Table 5　Rates (%) of gynoparae and male sexuparae produced by *A. gossypii* aphids on cotton and cucumber

诱导世代 Generation	黄瓜 Cucumber			棉花 Cotton		
	重复数 *n*	雌性母 (%) Gynopara	雄性母(%) Male sexupara	重复数 *n*	雌性母 (%) Gynopara	雄性母(%) Male sexupara
G_1	10	0 ± 0 b NS	0 ± 0b NS	10	0 ± 0 b	0 ± 0 b
G_2	12	6.72 ± 12.33 b^{**}	0.69 ± 2.41b^{*}	10	22.38 ± 8.73 a	7.25 ± 8.64 ab
G_3	22	33.46 ± 28.85 a NS	15.11 ± 18.53a NS	20	27.42 ± 16.44 a	15.61 ± 15.36 a

产生雌、雄性母的比率显著高于黄瓜上棉蚜(雌性母 $F_{1,20} = 11.345$，$P \leqslant 0.01$；雄性母 $F_{1,20} = 6.37$，$P \leqslant 0.05$)，但子 3 代中差异不显著(雌性母 $F_{1,40} = 0.674$，$P > 0.05$；雄性母 $F_{1,40} = 0.009$，$P > 0.05$)。两寄主上棉蚜随诱导世代的增多，产生雌、雄性母的比率也随之增大。

3　讨论

有性繁殖是真核生物的主要繁殖方式(Bell，1982)，但已有研究的 270 种蚜虫中，37%的种类存在两性和单性繁殖共存的现象(Moran，1992)。由此，蚜虫也成为了研究动物繁殖特征进化的理想材料。研究表明，不同蚜虫种类以及不同地理区域的同一种类的周年繁殖特性存在明显的多样性。禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* 种群中存在有 3 种周年繁殖对策：一为在谷类作物上进行孤雌生殖，而在稠李上进行有性生殖并产下卵的世代交替型；二为周年在谷类作物上进行孤雌生殖，但仍保持着有性生殖能力的孤雌型；三为既产生性蚜又产生孤雌蚜的中间型(Delmotte *et al*.，2001)。豌豆蚜 *Acyrthosiphon pisum* 种群中存在不同的产雄类型，即只产生有翅雄蚜型、只产生无翅雄蚜型和能产有翅和无翅雄蚜型(Caillaud *et al*.，2002)。法国的麦长管蚜 *Macrosiphum avenae* 种群在时空上存在有性和无性种群共存的现象，且营专性孤雌生殖的种群大都限制在法国南部，而产生有性世代的种群通常出现在北部(Simon *et al*.，1999)。桃蚜 *Myzus persicae* 存在有性和无性繁殖交替的全周期型及专性孤雌生殖型，且与冬季温度及原生寄主有关(Vorburger *et al*.，2003)。本研究表明，棉蚜种群也存在周年繁殖对策上的多态性，并且多态性与所利用的次生寄主有关。无论是棉花型还是瓜型棉蚜，在低温和短光照条件下都同时具备产生性母蚜和孤雌蚜的能力，但棉花型产生性母蚜的比率显著高于瓜型。在研究过程中，还发现瓜型棉蚜中有不产生性母蚜的专性孤雌个体，而在棉花型棉蚜中没有发现。这进一步表明，在自然条件下，棉花型棉蚜属于营孤雌与有性繁殖交替的全周期生活史型，而瓜型棉蚜多属于营孤雌生殖的不全周期型。不过，棉花型和瓜型棉蚜在繁殖对策或年生活史的差异，还需要田间观察结果来进一步证实。

本研究表明，在相同诱导条件下，棉花型棉蚜产生性母蚜的能力显著高于瓜型棉蚜，表现为棉花型棉蚜容易感受低温短光照刺激，较快地产生出性母蚜；而瓜型棉蚜则对外界刺激的反应相对要迟钝，产生性母蚜的时间要比棉花型棉蚜迟 1 个世代，并且产生性母蚜的比率显著低于棉花型棉蚜。由于自然条件诱导棉蚜产生有性世代的时间有限，且远小于本实验的诱导时间。因此，在棉花型棉蚜产生有性世代时，瓜型棉蚜很可能因感受到的低温短光照刺激不足，而仍处于孤雌繁殖阶段，从而营周年孤雌

生殖生活史。或者，两寄主型棉蚜均产生出了有性世代，但由于两者出现时间不同而难以相遇，使得相互杂交的概率较低。由此，两寄主专化型棉蚜得以长期同域保持。蚜虫寄主专化型的形成，特别是棉蚜种群，很可能不仅仅与寄主的次生物质、天敌、其它生物的共栖共生作用等因素有关（Bernays and Graham，1988；Chen *et al.*，1999；Hopkins and Thacker，1999；刘向东等，2004b），其年生活史或繁殖策略的不同可能起了决定性作用。由于繁殖策略的完全不同，使得不同寄主专化型棉蚜间基因交流减少，从而使寄主专化性得以形成与长久保持。不过，自然条件下棉花型和瓜型棉蚜间的基因交流程度如何，还值得研究。

参考文献（References）

Bell G，1982. The Masterpiece of Nature：the Evolution and Genetics of Sexuality. University of California Press，Berkeley，CA.

Bernays EA，Graham M，1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*，69（4）：886 – 892.

Caillaud MC，Boutin M，Braendle C，Simon JC，2002. A sex-linked locus controls wing polymorphism in males of the pea aphid，*Acyrthosiphon pisum*（Harris）. *Heredity*，89：346 – 352.

Chen JQ，Rahbe Y，Delobel B，1999. Effects of pyrazole compounds from melon on the melon aphid *Aphis gossypi*. *Phytochemistry*，50（7）：1 117 – 1 122.

Delmotte F，Leterme N，Bonhomme J，Rispe C，Simon JC，2001. Multiple routes to asexuality in an aphid species. *Proc. R. Soc. Lond. B*，268（1 483）：2 291 – 2 299.

Fuller SJ，Chavigny P，Lapchin，Vanlerberghe-Masutti F，1999. Variation in clonal diversity in glasshouse infestations of the aphid，*Aphis gossypii* Glover in southern France. *Molecular Ecology*，8：1 867 – 1 877.

Gong P，Zhang XX，2001. The inducement of temperature and photoperiod to produce sexuales of *Aphis gossypii* Glover. *Acta Phytophylacica Sinica*，28（4）：318 – 324.［龚鹏，张孝羲，2001. 温度和光周期对棉蚜性蚜产生的诱导. 植物保护学报，28（4）：318 – 324］

Guldemond JA，Tigges WT，Devrijer PWF，1994. Host race of *Aphis gossypii*（Homoptera：Aphidae）on cucumber and chrysanthemum. *Environ. Entomol.*，23（5）：1 235 – 1 240.

Hopkins GW，Thacker JI，1999. Ants and habitat specificity in aphids. *Journal of Insect Conservation*，3：25 – 31.

Liu XD，Zhai BP，Liang SA，Xu XH，Gong QH，2006. Migratory and sedentary strains of *Aphis gossypii* Glover and the flight characteristics of their hybridized offspring. *Acta Entomol. Sin.*，49（4）：619 – 624.［刘向东，翟保平，梁圣爱，许新华，龚群辉，2006. 棉蚜迁飞型和居留型及其杂交后代飞行特性的比较研究. 昆虫学报，49（4）：619 – 624］

Liu XD，Zhai BP，Zhang XX，Lu Y，2004a. Differentiation in morphometrics and ecological adaptability of cotton and cucumber biotypes of the cotton aphid，*Aphis gossypii*（Homoptera：Aphididae）. *Acta Entomol. Sin.*，47（6）：768 – 773.［刘向东，翟保平，张孝羲，陆杨，2004a. 棉花型和瓜型棉蚜形态和生态适应力的分化. 昆虫学报，47（6）：768 – 773］

Liu XD，Zhang LJ，Zhang XX，Zhai BP，2002. Studies on cotton aphid *Aphis gossypii* selectivity to host and its host-type. *Acta Ecologica Sinica*，22（8）：1 281 – 1 285.［刘向东，张立建，张孝羲，翟保平，2002. 棉蚜对寄主的选择及寄主专化型研究. 生态学报，22（8）：1 281 – 1 285］

Liu XD，Zhang XX，Zhai BP，2004b. Host biotypes and their formation causes in aphids. *Acta Entomol. Sin.*，47（4）：499 – 506.［刘向东，张孝羲，翟保平，2004b. 蚜虫寄主专化型及其成因. 昆虫学报，47（4）：499 – 506］

Meng L，Li BP，2001. Researches on biotypes of cotton aphid in Xinjiang. *Cotton Science*，13（1）：30 – 35.［孟玲，李保平，2001. 新疆棉蚜生物型的研究. 棉花学报，13（1）：30 – 35］

Moran NA，1992. The evolution of aphid life cycles. *Ann. Rev. Entomol.*，37：321 – 348.

Simo JC，Leterme N，Latorre A，1999. Molecular markers linked to breeding system difference in segregating and natural populations of the cereal aphid *Rhopalosiphum padi* L. *Molecular Ecology*，8（6）：965 – 973.

Simon JC，Rispe C，Sunnucks P，2002. Ecology and evolution of sex in aphids. *Trends in Ecology and Evolution*，17：34 – 39.

Vorburger C，Lancaster M，Sunnucks P，2003. Environmentally related patterns of reproductive modes in the aphid *Myzus persicae* and the predominance of two ‘superclones’ in Victoria，Australia. *Molecular Ecology*，12：3 493 – 3 504.

（责任编辑：袁德成）